

Abteilung Strahlenschutz  
KERNFORSCHUNGSANLAGE JÜLICH  
des Landes Nordrhein-Westfalen

Natürliche radioaktivität als Klimafaktor  
und Spaltprodukte-Aktivität aus  
Atombombenversuchen im atmosphärischen  
Aerosol in der bodennahen Luft  
im Herbst 1961

von

A. Maas

Jül - 56 - ST

September 1962



**Berichte der Kernforschungsanlage Jülich – Nr. 56**

Abteilung Strahlenschutz Jül – 56 – ST

Dok.: RADIOACTIVITY-AEROSOLS-ATOMIC BOMB EXPERIMENTS

DK: 539.16 · 551.594.25 · 623.454.8.001.4

Zu beziehen durch: ZENTRALBIBLIOTHEK der Kernforschungsanlage Jülich,  
Jülich, Bundesrepublik Deutschland



## NATÜRLICHE RADIOAKTIVITÄT ALS KLIMAFAKTOR UND SPALTPRODUKTE-AKTIVITÄT AUS ATOMBOMBENVERSUCHEN IM ATMOSPHÄRISCHEN AEROSOL IN DER BODENNAHEN LUFT IM HERBST 1961

Von

Dr. A. Maas, Kernforschungsanlage Jülich

Mit 3 Textabbildungen

**Zusammenfassung:** Für zwei verschiedenartige Witterungssituationen (jeweils 4 Tage) vor Wiederaufnahme der russischen Atombombenversuche im September 1961 werden mittlere Tagesgänge der natürlichen Aerosolaktivität berechnet und mit den Tagesgängen der Aerosolaktivität nach Auftreten der Spaltprodukte aus den Bombenversuchen ab 1. September 1961 im nordwestdeutschen Raum für zwei ähnliche Witterungssituationen verglichen. Es zeigt sich, daß die künstliche Radioaktivität den austauschbedingten Tagesgang der natürlichen Aerosolaktivität nicht aufweist und etwa 14 Tage nach Aufnahme der Bombenversuche im Mittel im nordwestdeutschen Raum eine gleichmäßige Erhöhung der natürlichen Aktivität der Aerosole bewirkt. Die Brauchbarkeit von Registrierungen der Aerosolaktivität für Überwachungseinrichtungen in Reaktor- und Kernforschungsanlagen zum Erkennen von künstlich radioaktiven Partikeln und die Vergleichbarkeit von Registrierungen mit Geräten verschiedener Konstruktion wird diskutiert.

Der Gehalt an radioaktiven Spaltprodukten aus den Bombenversuchsserien bis zum Jahre 1958 hatte im Verlauf des Jahres 1960 in der bodennahen Luft soweit abgenommen, daß er bei Messungen nach der kontinuierlichen Filterbandmethode unter der Meßgrenze lag. Es war deshalb möglich, den täglichen Verlauf der natürlichen Radioaktivität in den atmosphärischen Aerosolen zu verfolgen.

Von der Abteilung Strahlenschutz der Kernforschungsanlage Jülich des Landes Nordrhein-Westfalen werden im Gelände der Anlage ein Filterbandgerät (Hersteller: Friesseke & Hoepfner, FH 59) zur laufenden Überwachung des Radioaktivitätsgehaltes der Aerosole in der bodennahen Luft benutzt<sup>1</sup>. Auf dem durchlaufenden Filterband wird dabei der Luftstaub angereichert und mit einer zeitlichen Verzögerung von 3 Std in einem ersten Detektor und nach 4 Tagen in einem zweiten Detektor auf seine Radioaktivität hin ausgemessen.

Wegen der sehr viel kürzeren Halbwertszeiten der Radonfolgeprodukte RaA 3,05 m, RaB 26,8 m, RaC 19,7 m, die den Hauptbestandteil der Aktivität aus den Folgeprodukten der Radiumemanation ausmachen, repräsentiert die Messung nach 3 Std zum großen Teil schon den Gehalt der Luft an Thoronfolgeprodukten ThB 10,6 h, ThC 60,5 m<sup>2</sup>.

Das Angebot an Radium und Thorium ist durch die lokalen Bedingungen im Erdboden gegeben und der Gehalt der Luft an ihren Emanationsfolgeprodukten ist aufs engste mit dem Witterungsgeschehen — in erster Linie mit den advektiven und konvektiven Austauschvorgängen in der Atmosphäre — am jeweiligen Orte verbunden und wird somit zu einem Klimafaktor, ebenso wie es die Temperatur und andere Klimaelemente sind. Wenn nun, wie es beispielsweise für die Temperatur der Fall ist, auch der normale Verlauf der Schwankungen in der natürlichen Radioaktivität der Luft erfahrungsgemäß bekannt ist, werden sich dann aus Störungen dieses Verlaufes evtl. vorhandene künstliche radioaktive Partikel erkennen lassen.

Inwieweit diese Möglichkeit gegeben ist, soll hier am Beispiel des radioaktiven Fallout aus den Atombombenversuchen gezeigt werden. Abb. 1 (Kurve I) zeigt den mittleren täglichen Verlauf der Aerosolaktivität bei unseren Messungen nach 3 Std Verzögerung (auf den Sammelzeitpunkt bezogen) vom 1. bis 4. 9. 1961. Die Wetterlage war in dieser Zeit gekennzeichnet durch ein flaches Hochdruckgebiet, das sich in den Balkanraum verlagerte mit Warmluftzufuhr aus dem Mittelmeergebiet und schwacher Luftbewegung. Eine ähnliche Wetterlage herrschte am 22., 23., 26., 27. 9. 1961. (Die Hochdruckwetterlage war am 24., 25. 9. nicht unterbrochen, aber weil die Filterbandregistrierungen ausgefallen waren, konnten diese beiden Tage nicht mit einbezogen werden.) Das Hochdruckgebiet lag in dieser Zeit über Westrußland, und wir hatten in unserem Gebiet Warmluftzufuhr aus dem Balkanraum. Tabelle 1 zeigt eine Gegenüberstellung unserer Meßwerte für die

mittlere Temperaturdifferenz der Luft zwischen 26 m und 2 m Höhe, mittlere Windgeschwindigkeit (in 34 m Höhe) und Sonnenscheindauer aus dem entsprechenden Zeitraum. Die genannten drei Meßgrößen sind geeignet, die Austauschverhältnisse zu charakterisieren, und wie man erkennen kann, sind diese, wie es nach der Wetterlage auch zu erwarten ist, für die beiden angegebenen Zeiträume ähnlich. Es wäre also am 22., 23., 26., 27. 9. 1961 auch dieselbe Aerosolaktivität in der Luft zu erwarten gewesen.

Inzwischen waren jedoch schon Spaltprodukte aus den neuen russischen Atombombenversuchen bis zu uns gelangt, und un-

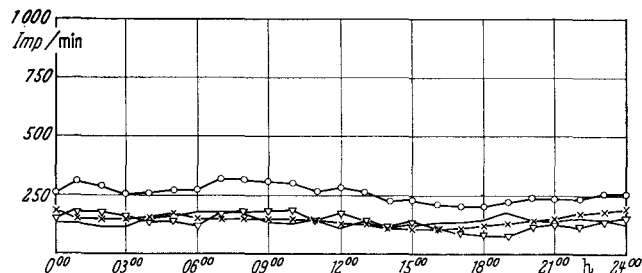


Abb. 1. Mittlerer Tagesgang der Aerosolaktivität (Impulse/min) in Jülich. I  $\times$ — $\times$  Messungen nach 3 Std Verzögerung am 1.—4. 9. 1961. II  $\circ$ — $\circ$  desgl. am 22., 23., 26. u. 27. 9. 1961. III — Messungen nach 96 Std Verzögerung am 22., 23., 26. u. 27. 9. 1961. IV  $\nabla$ — $\nabla$ : Differenz II—III

sere Filterbandmessungen ergaben die in Abb. 1 Kurve II dargestellten Werte. Die Darstellung bezieht sich auf Stundenmittel der Impulsraten. Diese Angabe genügt für unsere Betrachtung, weil es dabei nur auf den Betrag der relativen Erhöhung ankommt. Für die Zeit vom 1.—4. 9. ergibt sich bei der Messung nach 3 Std im Mittel ein Betrag von 353 Impulse/min. Nach 4 Tagen Verzögerung, wenn die natürliche Radioaktivität der Aerosole fast ganz abgeklungen ist, kommen nur noch die langlebigen Spaltprodukte zur Messung, und es ergibt sich für diese ein Mittel von 120 Impulse/min (Kurve III). Die Differenz der Gesamtimpulsraten vom 22., 23., 26., 27. 9. und der Impulsraten der Spaltprodukteaktivität ergibt Kurve IV in Abb. 1. Wir erkennen in dem Verlauf der drei Kurven den typischen normalen Tagesgang der natürlichen Aktivität der Aerosole mit einem Maximum zur Zeit des Sonnenaufganges und einem Minimum am Nachmittag, wie er sich bei windstarkem Strahlungswetter ergibt. Die Tagesschwankung in Kurve II ist fast die gleiche (431 Impulse/min) wie bei Kurve I (402 Impulse/min) und Kurve IV (459 Impulse/min) und das bedeutet, wie es auch zu erwarten ist, daß die künstliche Radioaktivität in den Aerosolen keinen Tagesgang aufweist. Die Quelle für die natürliche Aerosolaktivität liegt in Bodennähe. Wenn an windstarken Strahlungstagen mit Beginn der Einstrahlung die Konvektion einsetzt, wird die Bodenluft mit Luftmassen aus der Höhe vermischt und die Konzentration der natürlich radioaktiven Aerosole nimmt bis zum Nachmittag hin ab. Dagegen sind die Spaltprodukte auch in der Luft in der Höhe vorhanden, und es werden beim Konvektionsvorgang tagsüber ebensoviel mit der Luft, die aus der Höhe absinkt, in Bodennähe gebracht wie mit der Bodenluft nach oben geführt werden, und ihre Konzentration ändert sich nicht. In Kurve II ergibt sich eine Erhöhung im Tagesmittel von 218 Impulse/min = 62% gegenüber Kurve I. Diese Zunahme der Aerosolaktivität erscheint, weil es sich um eine ähnliche Witterungssituation in der gleichen Jahreszeit handelt, sehr hoch und wie wir gesehen haben,

kommen davon auch 120 Imp/min = 34% auf das Konto der bis dahin schon vorhandenen Spaltprodukte der am 1. 9. 1961 wieder aufgenommenen russischen Atombombenversuche. Der Betrag von 34% bei der künstlichen Aktivität bezieht sich natürlich nicht auf die zum Sammelzeitpunkt vorhandene Gesamtaktivität, weil diese nach 3 Std zum größten Teil schon

Tabelle

	Mittelwert vom 1.—4. 9. 1961	Mittelwert vom 22., 23., 26., 27. 9. 1961	Mittelwert vom 6.—9. 9. 1961	Mittelwert vom 25. bis 28. 10. 1961
Temperaturdifferenz 26 m—2 m $\Delta T$ (C°)	+ 0,23	+ 0,40	— 0,27	+ 0,04
Windstärke (m/sec)	2,0	2,0	4,1	3,9
Sonnenscheindauer (Std)	31,1	18,4	12,6	8,5
Prozent der möglichen Sonnenscheindauer	58	38	24	21
Tagesmittel der Aerosolaktivität nach 3 Std Verzögerung (Impulse/min)	353	571	142	297
Desgl. nach 96 Std Verzögerung	—	120	—	140

abgeklungen ist. Da die Spaltprodukteaktivität bei Strahlungswetterlagen keinen Tagesgang aufweist, könnte in diesen Situationen das Verhältnis des täglichen Maximums zum Minimum

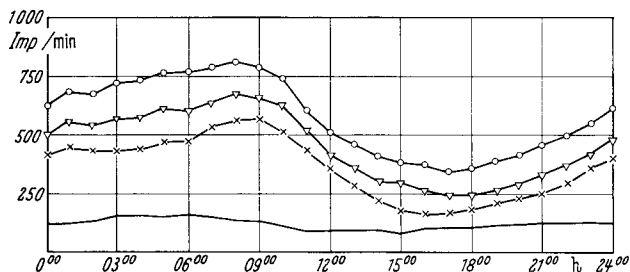


Abb. 2. Mittlerer Tagesgang der Aerosolaktivität (Impulse/min) in Jülich. I x—x Messungen nach 3 Std Verzögerung am 6.—9. 9. 1961. II o—o desgl. am 25.—28. 10. 1961. III — Messungen nach 96 Std Verzögerung am 25.—28. 10. 1961. IV v—v Differenz II—III

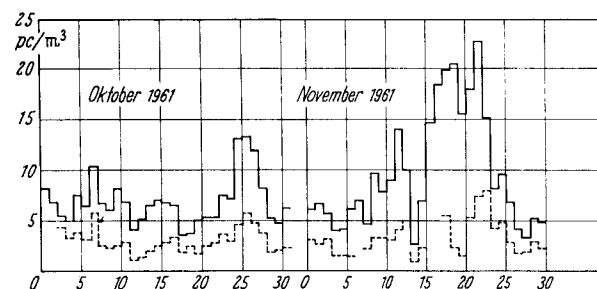


Abb. 3. Tagesmittelwerte der langlebigen  $\beta$ -Aktivität der Aerosole. — Deutscher Wetterdienst, Aachen, - - - Kernforschungsanlagen Jülich

ein brauchbares Kriterium für ihr Vorhandensein darstellen, denn je höher der Absolutbetrag der künstlichen Aktivität wird, um so kleiner wird das Verhältnis der Tagesschwankung zur Gesamtaktivität. Bei den hier dargestellten Messungen mit 3 Std Verzögerung beträgt es für die Zeit vom 1.—4. 9.: 3,5 und für die Zeit vom 22., 23., 26., 27. 9.: 2,3.

Ein zweites Beispiel soll die Verhältnisse bei vorwiegend bedecktem Wetter mit starkem Wind und somit guten advektiven Durchmischungsbedingungen darlegen. In der Zeit vom 6.—9. 9. 1961 wurde auf der Rückseite eines Tiefs, dessen Kern zwischen Schottland und Island lag, maritime Polarluft über unser Gebiet hinweg verfrachtet und eine ähnliche Wetterlage herrschte auch in der Zeit vom 25.—28. 10. 1961. Wie Tabelle 1 zeigt, sind auch hier wieder die mittleren Werte für Temperaturdifferenz 26 — 2 m, Windstärke und Sonnenscheindauer für die beiden Zeiträume ähnlich. Die natürliche Radioaktivität der Aerosole ist bei Zufuhr frischer Meeresluft gering. Über

den Ozeanen sind fast keine Emanationen vorhanden, und die Konzentration der natürlichen radioaktiven Aerosole wird entsprechend dem Ausmaß der Durchmischung mit aktivitätsfreier Meeresluft herabgesetzt; infolgedessen erhalten wir in der Zeit vom 6.—9. 9. 1961 auch nur eine mittlere Impulsrate von 142 Imp/min (Abb. 2, Kurve I), die sich gleichmäßig im Tagesverlauf ergibt. Nachdem die Spaltprodukte wieder auftraten, ergab sich dann für die Zeit vom 25.—28. 10. 1961 eine mittlere Impulsrate von 297 Imp/min (Abb. 2, Kurve II). Die Messung nach 4 Tagen ergab im Mittel 140 Imp/min, also fast eine Verdoppelung der nach 3 Std Verzögerung zu erwartenden natürlichen Aerosolaktivität (Kurve III). Die Differenz der Messung nach 3 Std und nach 4 Tagen zeigt Kurve IV in Abb. 2. Wie man aus den beiden Abbildungen erkennen kann, sind die Spaltprodukte aus den neuen russischen Atombombenversuchen im sibirischen Raum bei uns also schon nach etwa 14 Tagen so in der bodennahen Luftschicht verteilt, daß sie im Mittel eine stetige und gleichmäßige Erhöhung des natürlichen Radioaktivitätszustandes in der Luft bewirken.

Es zeigt sich also, daß es bei kontinuierlicher Beobachtung der Radioaktivität der Aerosole nach 3 Std durchaus möglich ist, auch schon geringe Mengen künstlicher radioaktiver Partikel zu erkennen, wenn der normale Verlauf der natürlichen Radioaktivität in der Luft hinreichend bekannt ist. Falls im gegenwärtigen Entwicklungsstadium und der augenblicklichen Situation der Menschheit die Vernunft die Oberhand behält und ein absolutes Einstellungsabkommen für Atombombenversuche mit ihren unausweichlichen Folgen erzielt wird, bleibt nur noch das Problem der radioaktiven Verunreinigungen in der Biosphäre bei der friedlichen Ausnutzung der Atomkernenergie. Hierbei ergibt sich jedoch eine Sachlage, die von derjenigen der Bombenversuche und der militärischen Anwendung der Kernspaltung grundverschieden ist. Erstens bleiben mögliche Schädigungen lokal begrenzt und zweitens werden von vorneherein ohne Überstürzung alle denkbaren Vorsichtsmaßnahmen ergriffen, die eine Gefährdung der Umgebung von Kernenergieanlagen weitestgehend unwahrscheinlich machen. Man darf deshalb sogar hoffen, daß die radioaktiven Verunreinigungen in der Biosphäre hierbei nicht einmal das Ausmaß dessen erreichen, wie es heute stellenweise bei der konventionellen Industrie schon eingetreten ist.

Den Überwachungseinrichtungen in Reaktor- und Kernforschungsanlagen müssen Methoden und Verfahren zur Verfügung stehen, die es ohne verhältnismäßig zu aufwendige und zeitraubende Analysen gestatten, eventuelle radioaktive Emissionen als solche schnell und sicher zu erkennen<sup>3, 4</sup>. Die Möglichkeit dazu ist mit einer kontinuierlichen Überwachung der Aerosole für den Luftraum gegeben, wenn der Klimafaktor natürliche Radioaktivität, ebenso wie es bei anderen Klimaelementen der Fall ist, hinreichend bekannt und analysiert ist. Umfangreichere Untersuchungen in dieser Richtung liegen auch schon vor<sup>5</sup>.

Ein weiteres Problem, dem in diesem Zusammenhang Aufmerksamkeit geschenkt werden muß, ist die Vergleichbarkeit der Radioaktivitätsmessungen mit Geräten verschiedener Konstruktion<sup>6</sup>. Bei der Umrechnung der gemessenen Impulsraten in absolute Aktivitätseinheiten (Curie pro Volumeneinheit Luft) gehen mehrere Gerätekonstanten und vor allem die Filtereigenschaften des verwendeten Filtermaterials in die Rechnung ein. Diese Umrechnungsfaktoren müssen mit hinreichender Genauigkeit bekannt sein, um die Messungen untereinander vergleichbar zu machen. Als Beispiel sind in Abb. 3 unsere Filterbandmessungen der langlebigen Aerosolaktivität im Gelände der Kernforschungsanlage Jülich aus den Monaten Oktober/November 1961 nach Tagesmitteln ( $\text{pC/m}^3$ ) im Vergleich zu den Messungen des Deutschen Wetterdienstes in Aachen aufgezeichnet<sup>7</sup>.

Bei den Meßstellen des Deutschen Wetterdienstes werden für die Messungen Geräte der Firma Landis & Gyr verwendet<sup>8</sup>. Der Monatsmittelwert beträgt für die Messungen in Aachen Oktober: 6,88, November: 9,73  $\text{pC/m}^3$  und für unsere Messungen Oktober: 2,89, November: 3,28  $\text{pC/m}^3$ . Er liegt also für Aachen um den Faktor zwei bis drei höher. Es ist sehr unwahr-

scheinlich, daß dieser Unterschied im Gehalt der Luft an Spaltprodukten zwischen Aachen und Jülich reell ist. (Die Entfernung Aachen—Jülich beträgt ca. 30 km.) Es ist vielmehr anzunehmen, daß er in Ungenauigkeiten der erwähnten Umrechnungsfaktoren begründet liegt (z. Z. werden die Herstellerangaben über die erwähnten Geräte und Filterkonstanten bei uns für eine genaue Umrechnung überprüft). Zur Klärung der aufgezeigten Fragen sollen diese Ausführungen einen Beitrag und weitere Anregung liefern.

#### Literatur

<sup>1</sup> *Buchner, W.*: Kontinuierliche Messung des radioaktiven Aerosolgehaltes der Luft. *Atompraxis* **3**, 382 (1957). — <sup>2</sup> *Maas, A.*: Sur la proportion des produits de filiation du thoron dans l'activité des aérosols de l'air à proximité du sol

et mesures comparatives au moyen d'appareils de différente fabrication. *Atompraxis* **7**, 173 (1961). — <sup>3</sup> *Vogt, K. J., H. W. Jensen, A. Maas u. R. Tzschaschel*: Grundlagen und Methoden der Umgebungsüberwachung. KFA, Jülich, Jahresbericht 1960. Jül — 21 — St. — <sup>4</sup> *Schröck-Vietor, W.*: Eine Methode zur Messung und Analyse des radioaktiven Aerosols der Luft. *Kerntechnik* **4** (1962) (im Druck). — <sup>5</sup> *Blifford jr., J. H., H. Friedmann, L. B. Lockhart jr. u. R. A. Baus*: Geographical and time distribution of radioactivity in the air. *J. Atmosph. Terrest. Phys.* **9**, 1 (1956). — <sup>6</sup> *Israel, H.*: Zur Vergleichbarkeit von Radioaktivitätsmessungen. *Atomkernenergie* **6**, 218 (1961). — <sup>7</sup> Monatliche Mitteilungen des Zentralamtes des Deutschen Wetterdienstes, Offenbach am Main. — <sup>8</sup> *Hinzpeter, M., F. Becker u. H. Reifferscheid*: Atomtechnisches Aerosol und atmosphärische Radioaktivität. Schriftenreihe des Bundesministers für Atomkernenergie und Wasserwirtschaft, Strahlenschutz, Nr. 7 (1959).